

TD1 : Exercices de construction de schémas cinématiques

Rappel de la norme ISO 3952 :

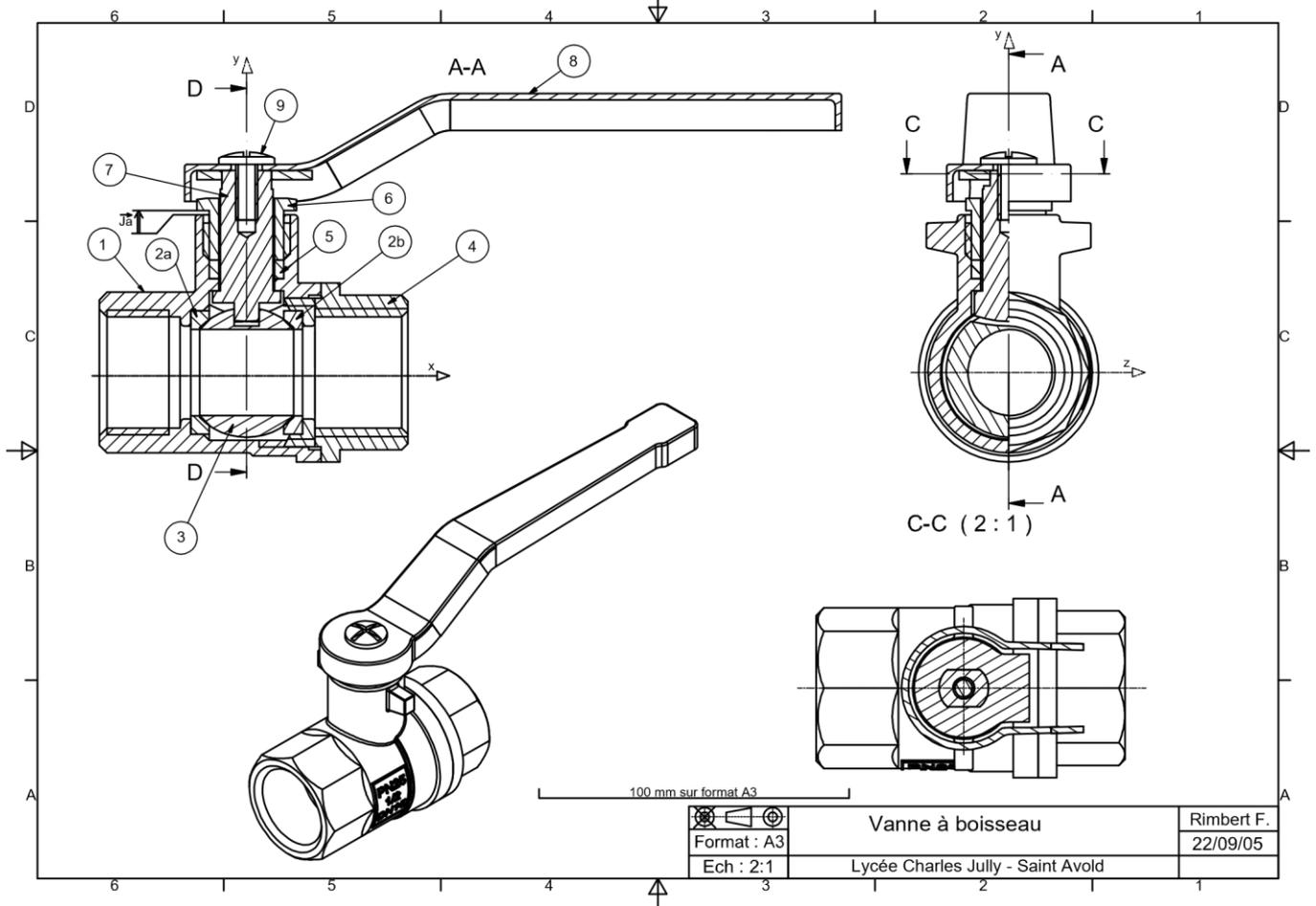
Symboles des liaisons mécaniques NF EN 23952 / ISO 3952-1 NF EN ISO 3952-1						
Nom de la liaison	Translations	Rotations	Degrés de liberté	Principales représentations planes (orthogonales)	Représentation en perspective	Exemple
Encastrement ou liaison fixe	0	0	0			
Pivot	0	1	1			
Glissière	1	0	1			
Hélicoïdale	1 + 1 Combinées (fonction du pas)	1	1			
Pivot glissant	1	1	2			
Sphérique ou rotule à doigt	0	2	2			
Rotule ou sphérique	0	3	3			
Appui plan	2	1	3			
Linéaire rectiligne *	2	2	4			
Sphère cylindre ou linéaire annulaire	1	3	4			
Sphère-plan ou ponctuelle	2	3	5			

Dans les exercices suivants, pour chaque système, le dessin d'ensemble est donné.

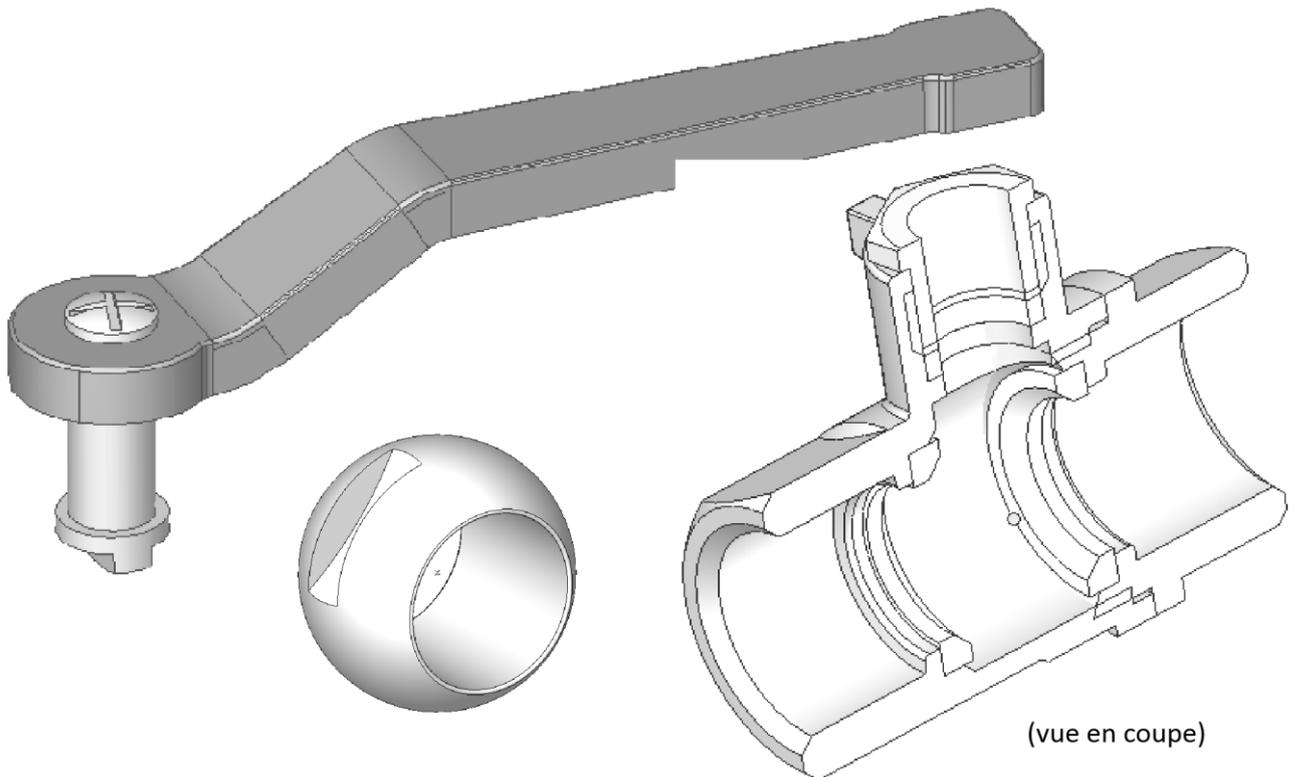
Pour chacun de ces systèmes, en phase de « fonctionnement normal »

1. Définir puis colorier les classes d'équivalence
2. Réaliser le graphe des liaisons
3. Définir le paramétrage pertinent pour chaque système
4. Proposer les figures géométrales de changement de bases
5. Réaliser un schéma cinématique plan et si possible spatial.

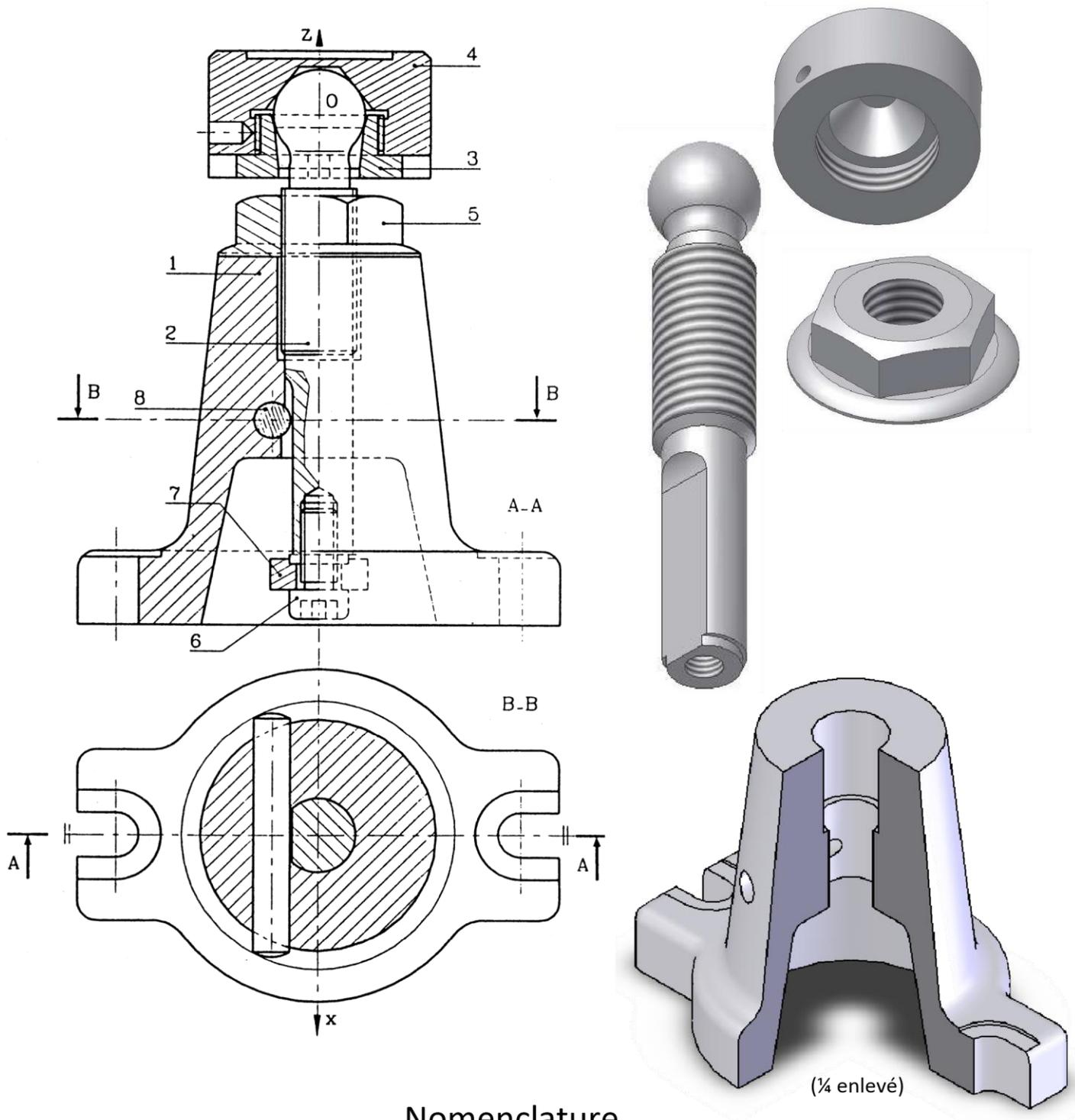
Système 1 : Vanne à boisseau sphérique



Pièces en perspective :



Systeme 2 : Vérin mécanique (appui réglable)

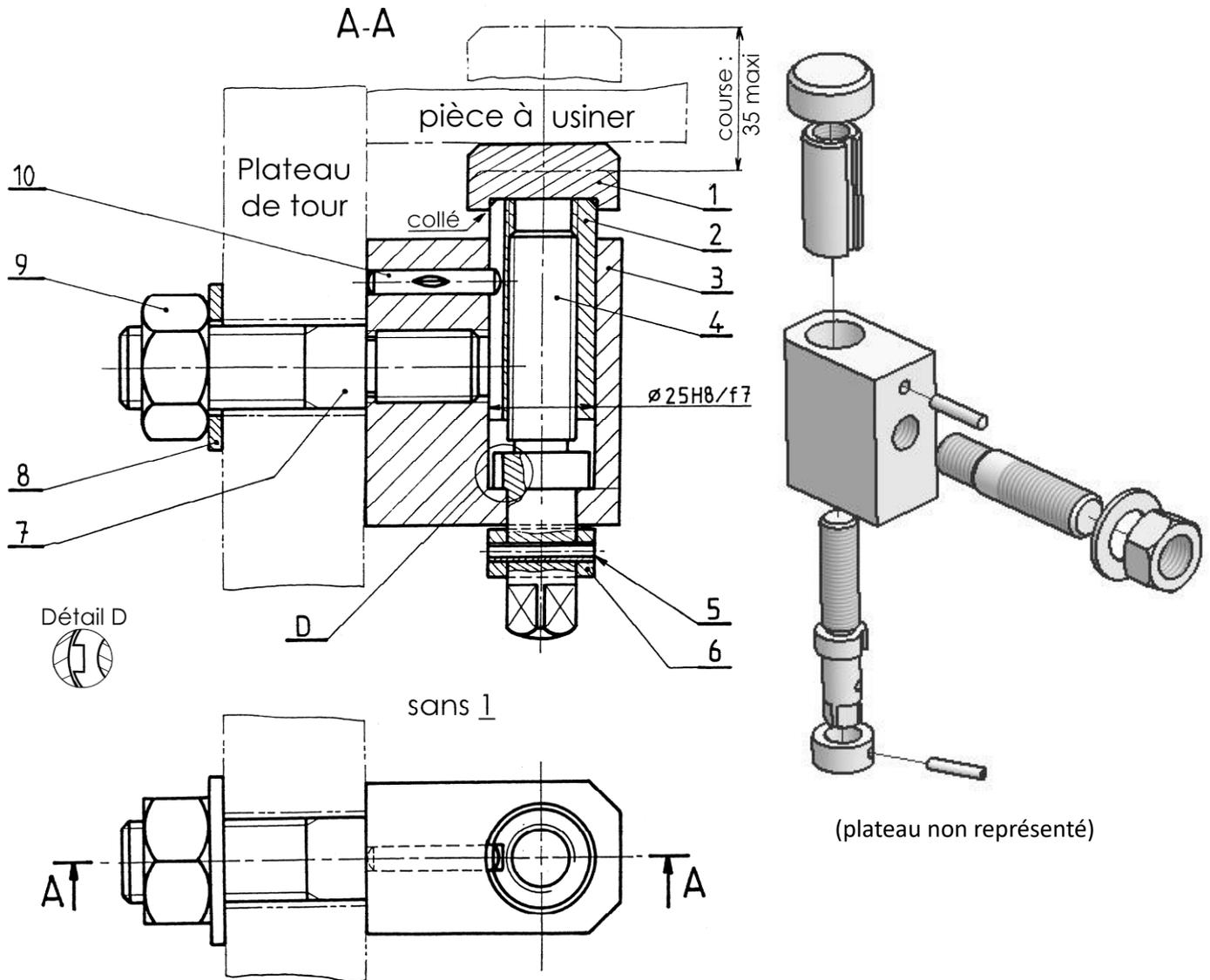


Nomenclature

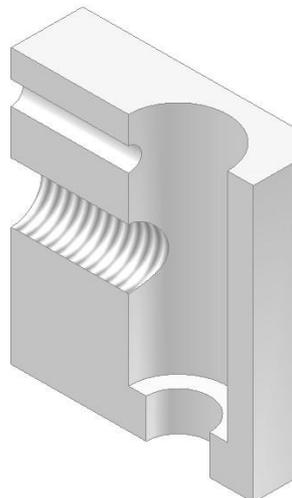
8	1	Goupille	Serrée dans 1
7	1	Rondelle	
6	1	Vis CHC M10x22	
5	1	Ecrou à embase	
4	1	Support	
3	1	Chapeau	
2	1	Vis à tête sphérique	

1	1	Corps	
Rep.	Nb	Désignation	Observations

Système 3 : Griffe de tour



Corps 3 seul, en coupe :

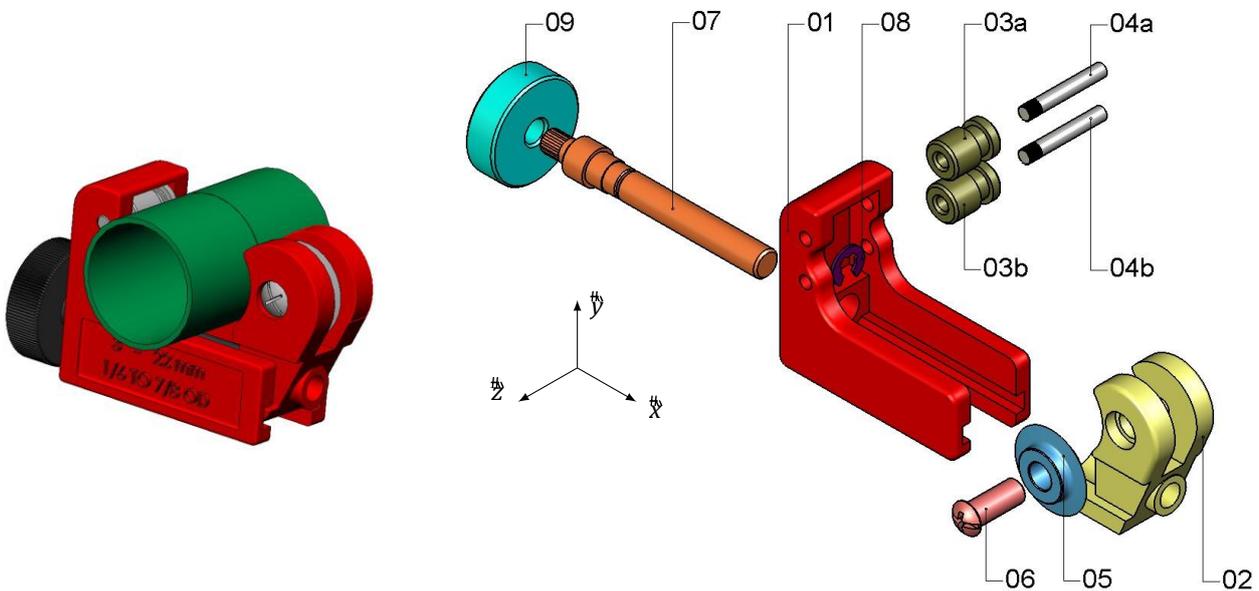


TD2 : Le Coupe-tube

1 Présentation

Un coupe-tube est un petit mécanisme facilement transportable qui permet de couper facilement des tubes, en cuivre, pour la plomberie notamment.

Le coupe-tube est composé de 11 pièces détaillées sur l'éclaté suivant :



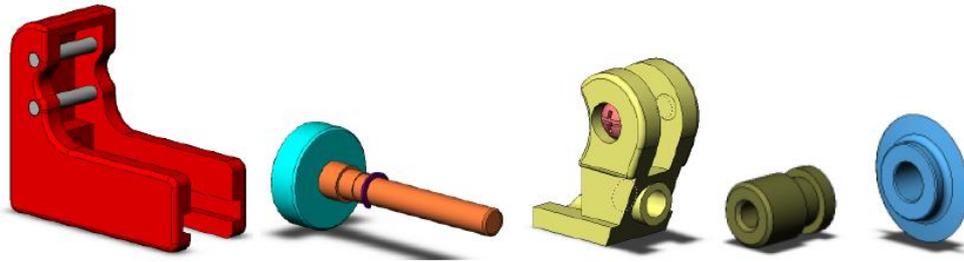
Objectif

L'objectif de ce TD est de déterminer les liaisons entre les différents ensemble cinématique puis de réaliser un schéma cinématique du coupe-tube de manière à pouvoir expliquer son fonctionnement.

2 Modélisation

On distingue les classes d'équivalence cinématique suivantes :

S0 : corps {01, 04a, 04b}	S1 : vis de commande {09, 07, 08}
S2 : coulisseau {02, 06}	S3 : rouleau a {03a}
S4 : rouleau b {03b}	S5 : disque {05}



Question 1 : À l'aide des zooms sur les surfaces de contact de la Figure 1, **déterminer** les liaisons entre chaque classe d'équivalence cinématique en justifiant bien les surfaces en contact et en donnant les caractéristiques de la liaison : point, direction, axe...

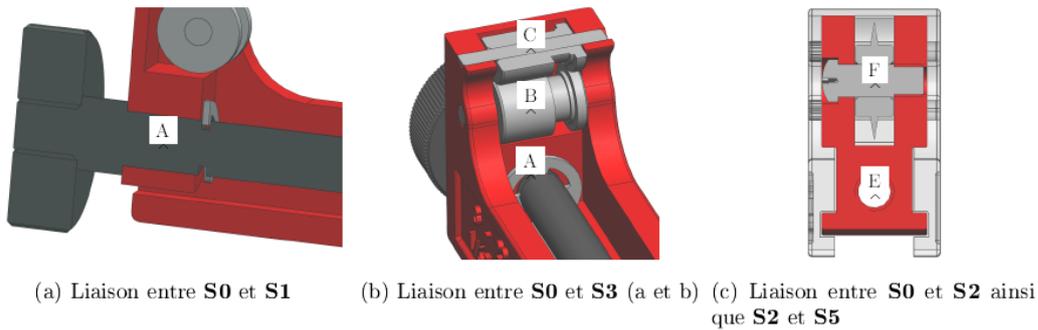


FIGURE 1 – Zoom sur les différentes zones de contacts

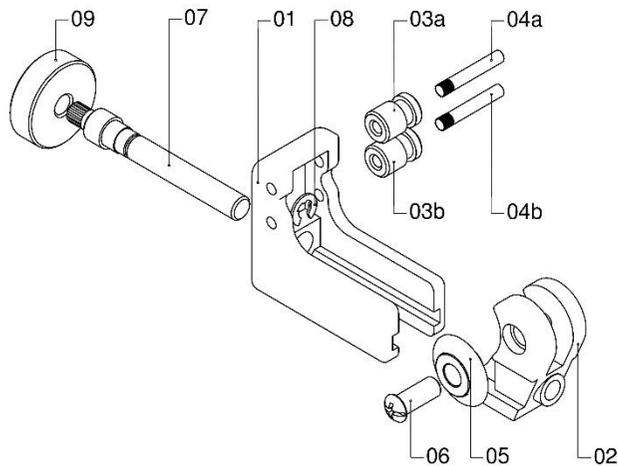
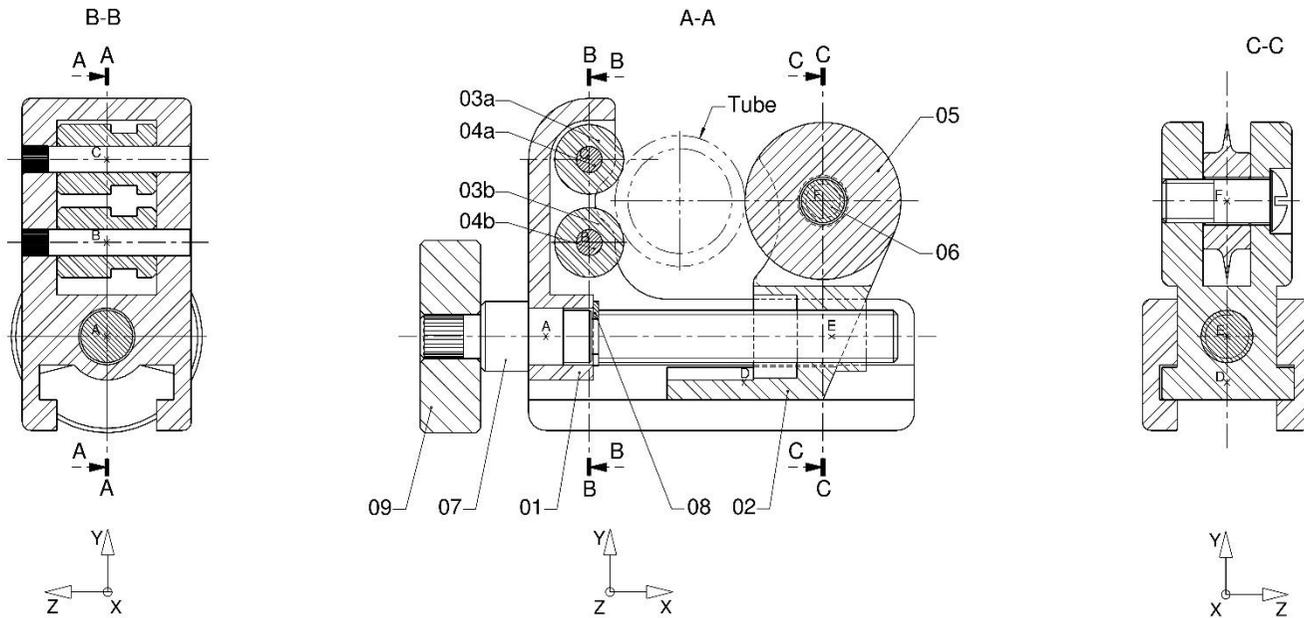
Question 2 : **Réaliser** un graphe de liaisons en utilisant les 6 classes d'équivalence cinématique.

Utiliser les points et les axes définies sur les différentes vues pour caractériser chaque liaison. S0 est le bâti.

Question 3 : **Réaliser** un schéma cinématique en représentation plane dans le plan (x;y) en prenant soin de prendre une couleur par classe d'équivalence cinématique et en respectant la disposition des pièces (comme dans la réalité).

Question 4 : **Expliquer** le fonctionnement du système à l'aide du schéma cinématique.

Question 5 : **Colorier**, sur chacune des vues de la figure page suivante, les 6 classes d'équivalence cinématique des 6 couleurs différentes choisis précédemment pour le schéma cinématique



09	1	Bouton de manoeuvre	C 65 (CX 65)	
08	1	Anneau élastique d'arbre		NF E 22-163
07	1	Axe de manoeuvre	C 65 (CX 65)	Serré dans 09
06	1	Axe de molette	Acier	Vis M5
05	1	Molette	C 40 TS (XC 42 TS)	
04b	1	Axe de rouleau	C 65 (CX 65)	Serré dans 01
04a	1	Axe de rouleau	C 65 (CX 65)	Serré dans 01
03b	1	Rouleau	EN AW-2017 [Al Cu 4 Mg Si]	
03a	1	Rouleau	EN AW-2017 [Al Cu 4 Mg Si]	
02	1	Coulisseau	EN AB-44200 [Al Si 12]	
01	1	Corps	EN AB-44200 [Al Si 12]	

REP.	NBR.	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle 2:1				Nom:
A3		MINI COUPE-TUBE		Classe:
Date :				00

TD 3 : Mécanisme d'inclinaison des pales d'un hélicoptère

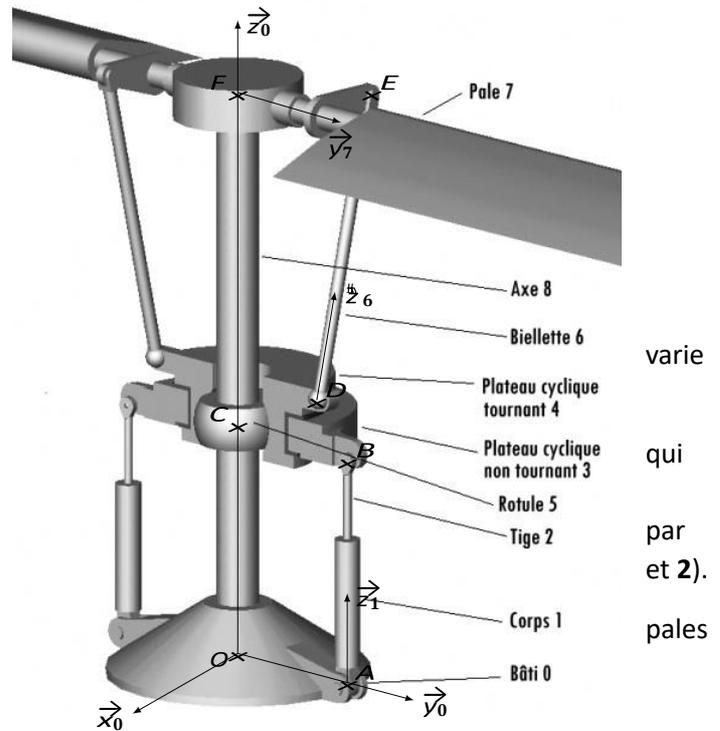
Présentation

Un hélicoptère crée sa portance grâce au mouvement de rotation du rotor principal **8** entraîné à l'aide d'une turbine.

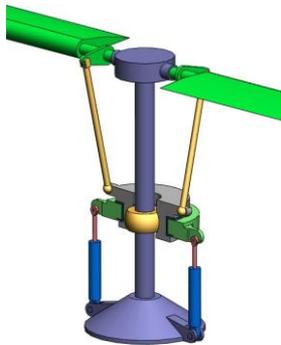
Pour permettre à l'hélicoptère de se déplacer suivant les différentes directions, les pales **7** prennent, suivant un axe radial, une incidence qui au cours de la rotation du rotor.

Le dispositif qui transmet les consignes du pilote et permet d'imposer cette variation d'incidence est le plateau cyclique (**3 et 4**) dont l'orientation est fixée l'intermédiaire de plusieurs vérins hydrauliques (**1**

Les figures ci-dessous montrent l'inclinaison des en fonction de la position du plateau cyclique pour différentes phases de vie de l'hélicoptère.

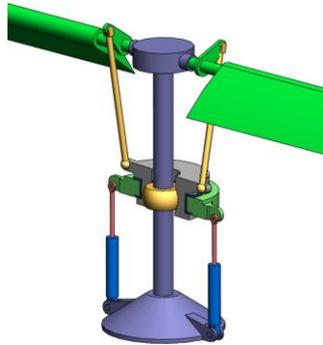


varie
qui
par
et 2).
pales



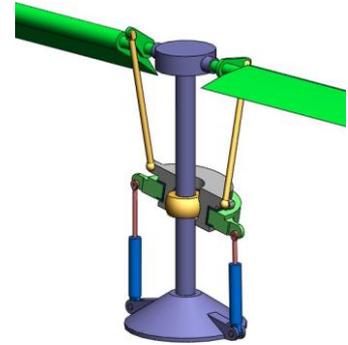
Hélicoptère à l'arrêt

Les pales sont en position horizontale (incidence nulle)



Hélicoptère en vol stationnaire

Les pales présentent la même incidence

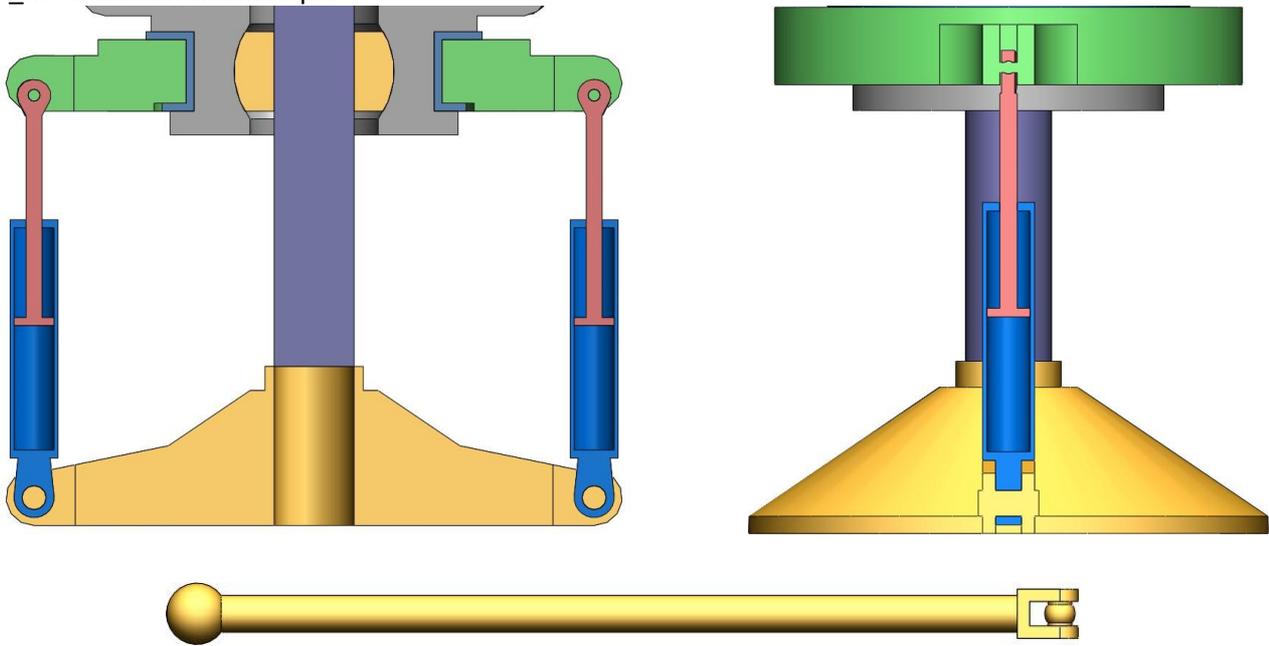


Hélicoptère en déplacement

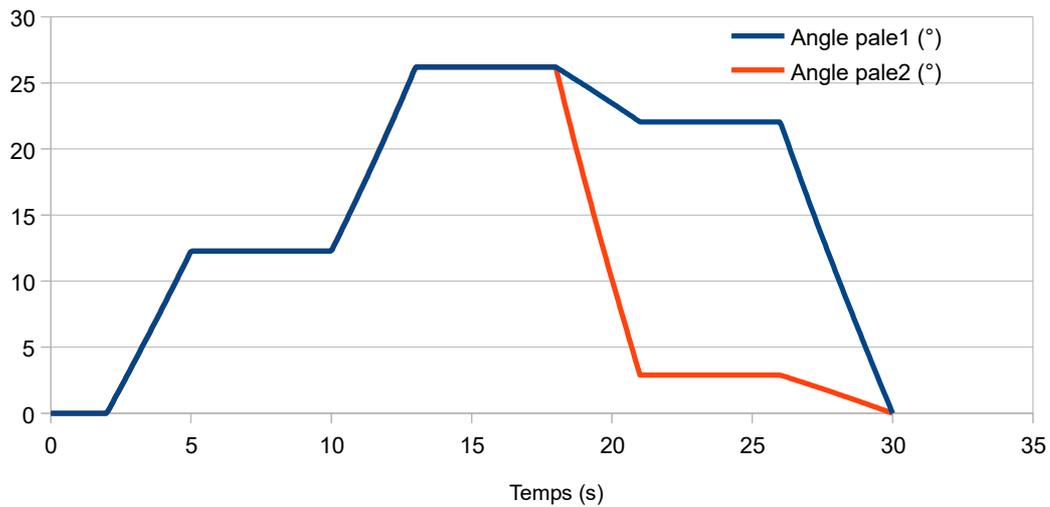
Les pales ne présentent pas la même incidence

Modélisation

Question 1 : En observant le mécanisme et les surfaces en contact, **donner** les liaisons entre les pièces **1 à 8** et **tracer** le graphe de liaisons. **Utiliser** les axes fournis sur la première figure pour **proposer** un paramétrage pertinent.



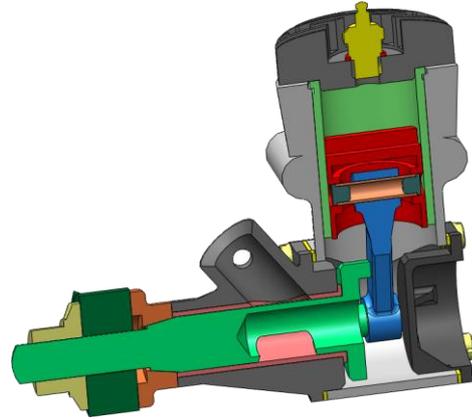
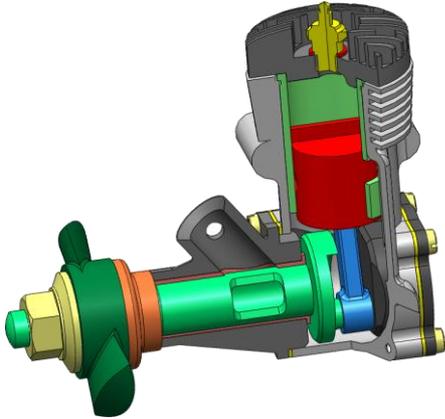
Une fois le modèle mis en place, on peut simuler son fonctionnement avec un logiciel de simulation numérique (SolidWorks + Meca3d par exemple). La simulation a été conduite avec ce logiciel pour une évolution du déplacement des vérins donnés. L'évolution de l'angle des pales est donné sur la figure ci-dessous.



Question 2 : Déterminer le mouvement des tiges des vérins pour chacune des zones et **donner** le mouvement de l'hélicoptère en vous servant des explications de la page précédente.

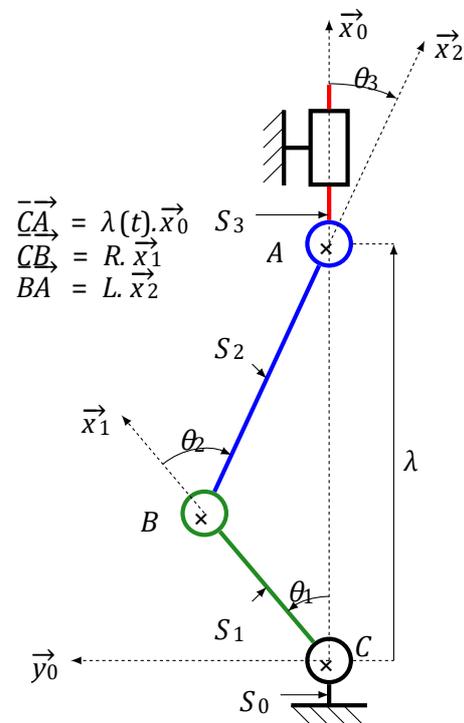
TD 4 Micromoteur

On étudie la cinématique d'un micromoteur thermique utilisé dans l'aéromodélisme.



Objectif

L'objectif du TD est de déterminer la loi entrée-sortie d'un micromoteur d'aéromodélisme, dont la modélisation est fournie, puis de choisir un des paramètres du moteur pour respecter la cylindrée souhaitée.



Question 1 : Tracer les figures géométrales de changement de bases.

Question 2 : Réaliser la fermeture angulaire puis trouver une relation sur les différents angles.

Question 3 : Ecrire la fermeture linéaire et en déduire la loi entrée-sortie reliant l'angle d'entrée θ_1 la translation de sortie λ .

La cylindrée du micromoteur correspond au volume de fluide refoulé par le piston (S_3) pour une rotation complète (1 tour) du vilebrequin (S_1). La cylindrée souhaitée du moteur est de 6cm^3 . On a $R = 10\text{mm}$ et $L = 35\text{mm}$.

Question 4 : Déterminer le diamètre D_p du piston permettant de respecter cette cylindrée. Pour augmenter la cylindrée, donner les moyens à notre disposition.

TD5 : La machine à vapeur

Présentation

On étudie le fonctionnement d'une machine à vapeur utilisée sur les maquettes de modèle réduit.

Le mécanisme est constitué de 4 classes d'équivalence cinématique (voir Figure 1) :

- le bâti S_0 , qui est fixé sur le bateau, constitué du corps **1** et de la bague **8**;
- le cylindre S_1 , qui reçoit la vapeur pour déplacer le piston, constitué du cylindre **2** et de l'axe de cylindre;
- le piston S_2 , qui va mettre en mouvement le volant d'inertie;
- le volant d'inertie S_3 , dont la rotation sera liée aux aubes du bateau, qui est composé du volant **4**, de l'axe principal et de l'axe de volant.

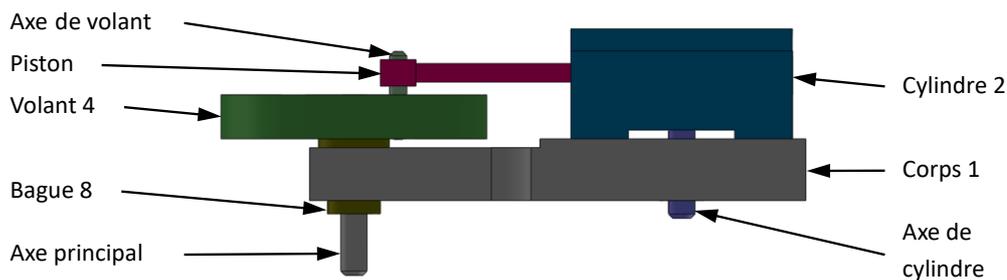


Figure 1 Description du mécanisme de la machine à vapeur

Objectif

On souhaite déterminer le débattement angulaire du cylindre au cours du mouvement de manière à savoir où positionner les entrées/sortie de vapeur d'eau.

Modélisation

La modélisation de la machine à vapeur est donnée sur le schéma cinématique paramétré de la Figure 2.

Au bâti S_0 est associé le repère $R_0(A, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$: $\vec{AC} = L \cdot \vec{x}_0$ On pose :

Le cylindre S_1 est en liaison pivot d'axe (A, \vec{z}_0) avec le bâti S_0 . La liaison est paramétrée par l'angle $\theta_{10} = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$.

Le piston S_2 est en liaison pivot glissant d'axe (A, \vec{x}_1) avec le cylindre S_1 . La liaison est paramétrée par le vecteur $\vec{AB} = \lambda(t) \cdot \vec{x}_1$

TD_Modélisation cinématique

Le volant S_3 est en liaison pivot d'axe (B, \vec{z}_0) avec le piston S_2 . La liaison est paramétrée par l'angle $\theta_{31} = (\vec{x}_1, \vec{x}_3) = (\vec{y}_1, \vec{y}_3)$. On $\overrightarrow{CB} = R \cdot \vec{x}_3$ pose :

Le volant S_3 est en liaison pivot d'axe (C, \vec{z}_0) avec le bâti S_0 . La liaison est paramétrée par l'angle $\theta_{30} = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$

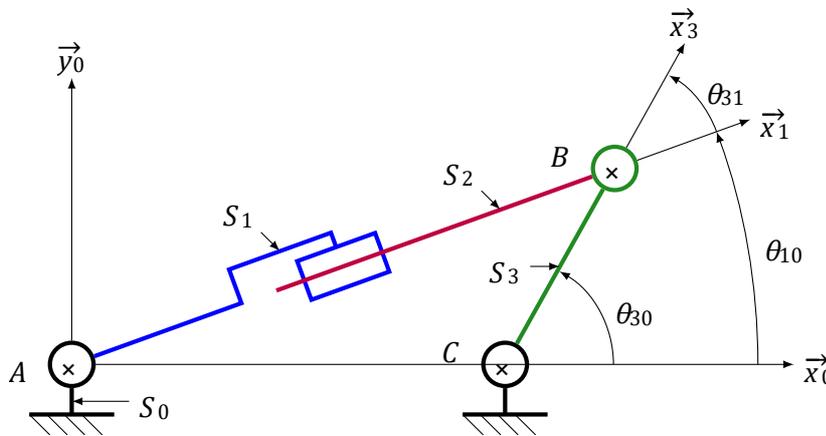


Figure 2 Modélisation de la machine à vapeur et paramétrage

Question 1: Tracer les figures géométrales de changement de bases.

Question 2 : Réaliser la fermeture angulaire, en trouver une relation sur les différents angles.

Question 3 : Ecrire la fermeture linéaire et en déduire la loi entrée-sortie reliant l'angle d'entrée θ_{30} à la translation de sortie λ en fonction de R et L .

Question 4 : Exprimer l'angle du cylindre S_1 , θ_{10} , en fonction de l'angle du volant S_3 , θ_{30} , de R et de L .

On suppose que $R = 10\text{mm}$ et $L = 74\text{mm}$.

Question 5 : A l'aide de votre calculatrice, déterminer le débattement angulaire maximal du cylindre (angle θ_{10}) lors de son mouvement d'oscillation (lorsque l'angle θ_{30} varie entre 0 et 2π).

Question 6 : Proposer une méthode graphique pour retrouver ce résultat et l'appliquer en reproduisant la géométrie du mécanisme l'échelle 1.